

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-017900

(43)Date of publication of application : 22.01.1990

(51)Int.Cl.

H02P 9/14  
H02P 9/48

(21)Application number : 01-124093

(71)Applicant : SIEMENS AG

(22)Date of filing : 17.05.1989

(72)Inventor : ROSENBERG HEINZ

(30)Priority

Priority number : 88 3817596

Priority date : 24.05.1988

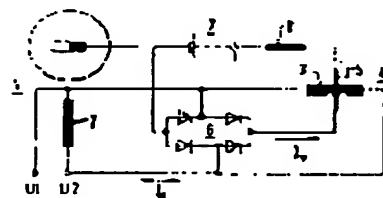
Priority country : DE

## (54) PERMANENT MAGNET EXCITING ELECTRIC MACHINE

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To suppress the output voltage fluctuation of a permanent magnet exciting electric machine, by a method wherein a saturation reactor whose inductive impedance is changed in accordance with an AC voltage is connected to the armature winding of the permanent magnet exciting electric machine.

**CONSTITUTION:** The output voltage of an armature winding 2 of a permanent magnet exciting electric machine 1 is supplied to a load through terminals U1 and U2. On the other hand, a main winding 3 of a saturation reactor 4 is connected to the armature winding 2. If the output voltage of the armature winding 2 which is rectified by a rectifier 6 exceeds a specified voltage defined by a battery 7, a current is applied to a control current winding 5 of the saturation reactor 4 and the inductive impedance of the main winding 3 is declined. With this constitution, a current applied to the armature winding 2 is increased and the armature reaction is increased to decline an output voltage.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

2006年 8月 2日 13時45分

SUGIMURA PATENT INT.

NO. 91682 へP. 32

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-17900

⑪ Int. Cl.<sup>3</sup>H 02 P 9/14  
9/48

識別記号

Z  
A

庁内整理番号

7239-5H  
7239-5H

⑬ 公開 平成2年(1990)1月22日

審査請求 未請求 請求項の数 31 (全16頁)

⑭ 発明の名称 永久磁石励磁電気機械

⑮ 特 願 平1-124093

⑯ 出 願 平1(1989)5月17日

優先権主張 ⑰ 1988年5月24日 ⑱ 西ドイツ(DE) ⑲ P 3817596.7

⑳ 発 明 者 ハインツ・ローゼンベーク オーストリア国ウエラースドルフ、ドクトルフィドラーベーク15

㉑ 出 願 人 シーメンス、アクチエンゲゼルシャフト ドイツ連邦共和国ベルリン及ミュンヘン(番地なし)

㉒ 代 理 人 弁理士 富村 潔

## 明 細 書

1. 発明の名称 永久磁石励磁電気機械

2. 特許請求の範囲

- 1) 電気的な界磁弱めのための装置を有する永久磁石励磁電気機械において、1つの交流電圧源より発する界磁弱め電流(1)を導き、またこの電流を流され、そのインダクタンスを可変に制御可能な飽和リアクトル(4、25、26、27、49、50)を含んでいる少なくとも1つの電流回路が設けられており、飽和リアクトルの制御電流(1)が、電気機械のなかで誘導されかつ整流された電圧から比例的に導き出された電圧が逆作用する参照電圧を超過する制御電圧として作用する部分から発生されていることを特徴とする永久磁石励磁電気機械。
- 2) 参照電圧として電池(7)の電圧が用いられていることを特徴とする請求項1記載の電気機械。
- 3) 参照電圧として少なくとも1つのツェナー

ダイオード(31)の降伏電圧が用いられていることを特徴とする請求項1記載の電気機械。

- 4) 参照電圧と逆作用する電圧を設定するため、位置調節可能なタップを有するポテンショメータ(29)が設けられていることを特徴とする請求項1ないし3の1つに記載の電気機械。
- 5) 参照電圧と逆作用する電圧を設定するため、電気機械に接続されており可変の変圧比を有する変圧器(52)が設けられていることを特徴とする請求項1ないし3の1つに記載の電気機械。
- 6) 参照電圧源に対して平滑コンデンサ(32)が並列に接続されていることを特徴とする請求項1ないし5の1つに記載の電気機械。
- 7) 参照電圧源およびそれに対して並列に接続されている平滑コンデンサ(32)の間に、制御電流(1)の方向に導通性のダイオード(30)が接続されていることを特徴とする

る請求項6記載の電気機械。

- 8) 少なくとも1つの界磁弱め電流(1 $\nu$ )に対して交流電圧源として電気機械自体が用いられていることを特徴とする請求項1ないし7の1つに記載の電気機械。
- 9) 少なくとも1つの界磁弱め電流(1 $\nu$ )に対して交流電圧源が電気機械の外側に設けられていることを特徴とする請求項1ないし8の1つに記載の電気機械。
- 10) 複数の飽和リアクトル(89)の使用の際にそれらの制御電流巻線(91)が直列に接続されていることを特徴とする請求項1ないし9の1つに記載の電気機械。
- 11) 複数の飽和リアクトル(49、50; 76、77、78; 82)の使用の際にこれらが共通の制御電流巻線(17; 51; 79)を設けられていることを特徴とする請求項1ないし10の1つに記載の電気機械。
- 12) 少なくとも2つの飽和リアクトルが、制御電流巻線(17)を巻かれており作動時に不

1ないし14の1つに記載の電気機械。

- 16) 飽和リアクトル(25~27; 49、50; 76~78; 82; 89)の飽和可能な部分が方形ヒステリシスループを有する軟磁性材料から成っていることを特徴とする請求項15記載の電気機械。
- 17) 少なくとも電気機械の電磁子巻線の1つの部分巻線(54)に対して飽和リアクトルの主巻線(92)がそれに対して直列と接続されているダイオード(95)と一緒に並列に接続されていることを特徴とする請求項8、15および16の1つに記載の電気機械。
- 18) 複数の部分巻線(54~59)に対して飽和リアクトルの各1つの主巻線(92)がそれに対して直列と接続されているダイオード(94、95)と一緒に並列に接続されており、その際に、1つの極ピッチだけ互いにずらされて配置されている部分巻線(54、57)と接続されているダイオード(94、95)は互いに逆位相でこれらの部分巻線(5

飽和状態にとどまる共通のコア(20)を有することを特徴とする請求項1ないし11の1つに記載の電気機械。

- 13) 制御電流(1 $\nu$ )を流され、飽和リアクトル(4; 76、77、78)から磁氣的に隔てられており、また作動時に不飽和状態にとどまる平滑リアクトル(8)が設けられていることを特徴とする請求項1ないし12の1つに記載の電気機械。
- 14) 少なくとも1つの飽和リアクトルに、制御電流(1 $\nu$ )を平滑化するための磁気漏れ経路(21)が設けられていることを特徴とする請求項1ないし12の1つに記載の電気機械。
- 15) 少なくとも1つの飽和リアクトルの界磁弱め電流(1 $\nu$ )を流される主巻線(13、14)の前にダイオード(15、16)が接続され、この主巻線がそれにより囲まれているコア(18、19)を予磁化するように作用する電流のみを導くことを特徴とする請求項

4、57)に接続されていることを特徴とする請求項17記載の電気機械。

- 19) 少なくとも2つのダイオードを設けられている枝路から成る整流器(48; 75; 81; 88)が設けられており、この整流器が飽和リアクトル(49、50; 76~78; 82; 89)から場合により変圧器(74)を介して供給される電流を界磁弱め直流電流(1 $\nu$ )に変換することを特徴とする請求項1ないし16の1つに記載の電気機械。
- 20) 飽和リアクトル(49、50; 82; 89)の主巻線が整流器(48、87、88)自体の枝路のなかに配置されていることを特徴とする請求項19記載の電気機械。
- 21) 制御電流(1 $\nu$ )に対する整流器(84)が少なくとも部分的に、界磁弱め電流(1 $\nu$ )を供給する整流器(81)と作用的に一括されていることを特徴とする請求項19または20記載の電気機械。
- 22) 電磁子巻線が2つの並列接続されている巻

- 線群から形成されており、それらの各々が2つの直列接続されておりかつ1つの極ピッチだけ互いにずらされて配置されている部分巻線(33、34または35、36)から成る単相巻線であり、これらの部分巻線(33ないし36)の各々が電機子周縁の同極性の誘導された磁界により買かれる部分にわたってのみ延びており、また共通の出力端子(U1またはU2)に接続されている部分巻線(34、36または33、35)が1つの極ピッチだけ互いにずらされて配置されており、さらに界磁弱め直流電流(I<sub>f</sub>)が、直列に接続されている部分巻線(33、34または35、36)の誘導される交流電圧に関して等電位の接続点(46、47)に供給されることを特徴とする請求項19ないし21の1つに記載の電気機械。
- 23) 電機子巻線が2つの並列接続されている巻線群から形成されており、それらの各々が3つの部分巻線(54、56、58または57、59、55)から成り星形に接続されている三相巻線であり、これらの部分巻線(54ないし59)の各々が電機子周縁の同極性の誘導された磁界により買かれる部分にわたってのみ延びており、また両巻線群の共通の出力端子(UまたはVまたはW)に接続されている部分巻線(54、57または56、59または58、55)が1つの極ピッチだけ互いにずらされて配置されており、また界磁弱め直流電流(I<sub>f</sub>)が、両巻線群の誘導される交流電圧に関して等電位の隔てられた中性点(72、73)に供給されることを特徴とする請求項19ないし21の1つに記載の電気機械。
- 24) 電気機械の固定子板バケット(107)の1つの側に、界磁弱め直流電流(I<sub>f</sub>)を供給されるリング状の巻線(105)が電気機械の軸(111)に対して同軸に配置されていることを特徴とする請求項19ないし21の1つに記載の電気機械。
- 25) 電気機械の固定子板バケット(107)の両側に、界磁弱め直流電流(I<sub>f</sub>)を供給される各1つのリング状の巻線(105)が電気機械の軸(111)に対して同軸に配置されていることを特徴とする請求項19ないし21の1つに記載の電気機械。
- 26) 1つの共通の電機子巻線(108)を有する2つの隔てられた固定子板バケット(115、116)が互いに軸線方向に間隔をおいて設けられており、また固定子板バケット(115、116)の間の中間空間に、界磁弱め直流電流(I<sub>f</sub>)を供給される各1つのリング状の巻線(105)が電気機械の軸(111)に対して同軸に配置されており、また両固定子板バケット(115、116)がそれらの周縁でこの巻線を囲む部分(106または117)により磁気的に伝導可能に接続されていることを特徴とする請求項19ないし21の1つに記載の電気機械。
- 27) 電気機械のハウジング、少なくとも1つの

- 軸受板、軸および回転子部分が磁化可能な材料から成っており、またこれらの電気機械部分により、界磁弱め直流電流(I<sub>f</sub>)により発生される単極磁束に対する1つの磁気的に伝導可能な経路が形成されていることを特徴とする請求項18ないし25の1つに記載の電気機械。
- 28) 固定子板バケット(107)をケース(106)のなかで包んでおり、また磁化可能な材料から成るフード(109)が設けられており、その正面部分が中空円筒状の頸部(110)により軸(111)と磁気的に結合されており、界磁弱め直流電流(I<sub>f</sub>)により発生される単極磁束に対する磁気的に伝導可能な経路が形成されていることを特徴とする請求項18ないし25の1つに記載の電気機械。
- 29) 固定子板バケット(107)または隔てられた固定子板バケット(115、116)の歯の断面が、前記歯が永久磁石磁束のみによ

り飽和開始点まで磁化されているように選定されていることを特徴とする請求項18ないし28の1つに記載の電気機械。

- 30) 永久磁石磁束と界磁弱め直流電流(1、)により発生される単極磁束とが平行に重畳して延びている電気機械の回転子の部分(121、125)の断面が、前記部分が永久磁石磁束のみにより飽和開始点まで磁化されているように選定されていることを特徴とする請求項18ないし29の1つに記載の電気機械。

- 31) 永久磁石磁束と界磁弱め直流電流(1、)により発生される単極磁束とが平行に重畳して延びている回転子の部分(125)が方形ヒステリシスループを有する材料から成っており、また前記部分の断面が、前記部分が永久磁石磁束のみによりこの材料の飽和屈曲点まで磁化されているように選定されていることを特徴とする請求項30記載の電気機械。

### 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

変換装置のkVA定格が経済性および占有場所の観点で非常に不利な大きさに達するような広い電圧範囲を必要とする。

電気的な界磁弱めは永久磁石励磁電気機械では誘導性負荷によっても能動的な鉄部分の予磁化による飽和によっても達成可能である。両方の場合に1つの界磁弱め交流電流または直流電流が必要であり、その強さはそれぞれ必要とされる界磁弱めに適応していなければならない。

(発明が解決しようとする課題)

本発明の課題は特に、先ず電気機械のそのつどの電圧または回転数または負荷の検出を介して界磁弱め電流を制御する特殊の調節器を無しで済ますことである。

(課題を解決するための手段)

この課題は、本発明によれば、交流電圧源より発生する界磁弱め電流を導き、またこの電流を流され、そのインダクタンスを可変に制御可能な飽和リアクトルを含んでいる少なくとも1つの電流回路が設けられており、飽和リアクトルの制御電流

この発明は電気的な界磁弱めのための装置を有する永久磁石励磁電気機械に関するものである。このような界磁弱めは誘導性負荷または電気機械の能動的な鉄部分の予磁化により行われ得る。

(従来の技術)

永久磁石磁束が弱められずにとどまる永久磁石励磁電気機械では、これらの磁束により誘導される電圧は回転数と比例して変化する。広く可変の回転数で運転されまた実用上一定の電圧を有する電力を発生すべきこの種の発電機、たとえば車両および航空機の搭載発電機、回転数調節されない風力および水力発電機では、このことは、誘導された発電機電圧を規定された値に変換するため高価なパワーエレクトロニクスの接続を必要とする。回転数の可変範囲は狭くても広い負荷範囲で動作すべき永久磁石励磁発電機(たとえば非常用発電装置)でも、場合による界磁弱めなしでは直接的負荷端子に対する電圧は強く変動する。変換装置から給電すべき、より広い回転数範囲に対する永久磁石励磁電動機は界磁弱めなしではしばしば、

が、電気機械のなかで誘導されかつ整流された電圧から比例的に導き出された電圧が逆作用する参照電圧を超過する制御電圧として作用する部分から発生されていることにより解決される。参照電圧としては、電池の電圧が用いられていてもよいし、また少なくとも1つのツェナーダイオードの降伏電圧が用いられていてもよい。

本発明による装置によれば、参照電圧に相当する値を越える電気機械電圧の増大と共に、電気機械電圧と共に急峻に増大する飽和リアクトルの制御電流が生じ、従ってそのインダクタンスが相応に低下し、それにより界磁弱め電流が上昇し、従ってまた電気機械電圧を制限する。少なくとも1つの界磁弱め電流に対する交流電圧源として電気機械自体が利用され、それによって飽和リアクトルにより制御されるこの電流が電気機械の誘導性負荷、またそれにより界磁弱めを生ずることは好ましい。場合により電気機械の巻線が、飽和リアクトルの後に接続されている整流器を介して、能動的な鉄部分の予磁化、すなわち界磁弱めが飽和に

より生じるように給電される。

#### (実施例)

以下、図面に示されている実施例により本発明を一層詳細に説明する。

第1図による回路例では、利用電力を端子U1およびU2を介して負荷に与える永久磁石励磁単相同期発電機1の電機子巻線2が追加的に、インダクタンスを制御可能な飽和リアクトル4の主巻線3に接続されている。この飽和リアクトル4の制御電流巻線5の電流回路には、電機子巻線2から給電される整流器6と、これと逆極性に接続されている電池7と、平滑リアクトル8とが直列に接続されている。電機子巻線2の交流電圧に相応する、整流器6に生ずる直流電圧が、電池7から供給される参照電圧よりも大きくなると、これらの両電圧の差に比例する制御電流 $I_c$ が飽和リアクトル4の制御電流巻線5を流れる。この制御電流の増大と共に主巻線3の誘導性インピーダンスが低下し、それによって電機子巻線2のこの主巻線3から取り出される無効電流およびその界磁弱

ない。

第2図には、通常の変圧器鉄板から成る飽和リアクトルのコアの磁束 $\Phi$ が起磁力 $\theta$ を横軸にとって示されている。界磁弱め電流 $I_c$ の起磁力 $\theta_c$ により生ずる磁束変化は、そのつどの制御電流により定められる予磁化起磁力 $\theta_p$ に相応する磁化曲線の点Pから出発する。界磁弱め電流 $I_c$ の整数高調波を阻止し、また飽和リアクトルのインダクタンスに対する大きい制御範囲を達成するため、界磁弱め電流 $I_c$ の起磁力 $\theta_c$ を、第2図中に矢印200により示されているように、予磁化の方向にのみ作用させることは有利である。界磁弱め電流 $I_c$ は交流電流であるから、このことは、各1つの直列に接続されているダイオードを有し、界磁弱め電流 $I_c$ に関して並列に接続されている2つの飽和リアクトルを必要とする。

第3図には、方形ヒステリシスループを有する1つの材料から成る飽和リアクトルのコアの磁化曲線が示されている。ここで、飽和屈曲点 $P_{ss}$ に達するために非常に小さい予磁化起磁力 $\theta_p$ で既

め電機子反作用が増大し、それにより発電機電圧が制限される。主巻線3を流れる交流電流は制御電流巻線5のなかにも交流電圧を誘導し、またさらに整流器6の電圧は高調波を有するので、制御電流回路のなかの相応の交流電流を減衰させる平滑リアクトル8が設けられている。発電機電圧が電池により定められた参照電圧の値をどの程度に越え得るかば飽和リアクトル4の設計に関係する。既に整流器6の電圧と電池7の電圧との間の、参照電圧を基準にして非常に小さい電圧差が、同期発電機1の相応に大きい誘導性負荷が界磁弱め電流 $I_c$ により最高の運転回転数においてもこの電圧差の増大を阻止するほどに強く飽和リアクトル4のインダクタンスの減少を生じさせるならば、発電機電圧は1つの最小回転数の上側で全運転範囲内で実際上一定にとどまり、また参照電圧の高さによってのみ決定される。前記の変化よりも弱い飽和リアクトル4のインダクタンスの変化は、確かに回転数と共に上昇する発電機電圧を生ずるが、決してそれに比例する発電機電圧を生じ

に十分である。界磁弱め電流 $I_c$ の起磁力 $\theta_c$ は、第3図中に記入されているように、予磁化方向にのみ作用するので、予磁化は飽和屈曲点 $P_{ss}$ まで界磁弱め電流 $I_c$ に対する非常に小さいインダクタンスを生ずる。それに対して零点と飽和屈曲点 $P_{ss}$ との間の予磁化範囲ではインダクタンスは磁化曲線の急傾斜に相応して部分的に1桁高い。それに応じて、前段に接続されているダイオードと方形ヒステリシスループを持った材料を含んでいるコアとを有する飽和リアクトル対によりわずかな予磁化費用でインダクタンスの非常に大きい範囲が制御され得る。このことは實際上電気機械の一定の電圧を生じさせる界磁弱めの達成のために望ましい。

第4図には2つの飽和リアクトルの鉄心9および10の概要が示されている。その制御電流巻線11および12は互いに直列に接続されており、それに対して前段に接続されている逆極性のダイオード15および16を有し界磁弱め電流 $I_c$ を導く主巻線13および14は並列に接続されてい

る。ダイオード15および16は、主巻線13および14のなかで界磁弱め電流1、の各1つの方向が阻止されており、また界磁弱め電流1、の他の方向により起磁力 $\theta$ 、が予磁化起磁力 $\theta$ 、の方向に発生されるようにする。

鉄心9および10を有する2つの飽和リアクトルの第5図に示されている配置は第4図による配置と同様に作用するが、後者の2つの制御電流巻線11および12が両飽和リアクトルに共通の1つの制御電流巻線17により置換されており、それにより巻線材料および回路費用の節減が達成可能である。

方形ヒステリシスループを有する材料を使用する際、第4図および第5図に示されているリアクトルの鉄心9および10を当該の鉄板等級で市販されている第6図のようなカットストリップ巻きコアから形成することは有利である。

第7図には第5図による飽和リアクトルの1つの変形例が示されている。この変形例では、隔てられた鉄心9および10の代わりに、3つのコア

1図による平滑リアクトル8が場合により回避可能である。このような平滑リアクトルは第8図による飽和リアクトルの少なくとも1つの構成によっても置換され得る。ここでは、制御電流巻線17を有した不飽和状態にとどまるコア20と、界磁弱め電流1、の主巻線13および14に対する飽和可能な両コア18および19とのほかに、制御電流回路のなかの交流電流をこの回路内の別個の平滑リアクトルと同じく減衰させる漏れ巻線21も配置されている。

第9図による配置では永久磁石励磁三相発電機22がその電機子巻線23により整流器24を介して端子A1およびA2に接続されている負荷に給電する。そのつどの界磁弱めは、第7図または第8図により構成されており、電機子巻線23に接続されており、また三相発電機22を誘導性に負荷する3つの飽和リアクトル対25、26および27により行われる。飽和リアクトル対25ないし27は共通の制御電流巻線28を有する。整流器24には、調整可能なタップを設けられてい

18、19および20を有する1つの共通の鉄心が設けられている。制御電流により飽和可能なコア18および19には、界磁弱め電流1、を流される主巻線13および14が配置されている。コア20は共通の制御電流巻線17を有する。このコア20は、作動時に常に不飽和状態にとどまるように設計されており、それにより主巻線13および14の有害な相互影響が回避されている。

第4図による制御電流巻線11および12の直列接続と、これらの制御電流巻線の、第7図による飽和リアクトルの界磁弱め電流1、に対応付けられている飽和可能な両コアに対する1つの共通の制御電流巻線17への統合とは、制御電流回路に界磁弱め電流1、の基本周波数を有する電圧ではなく高調波のみが誘導されるという利点を有する。たとえば第9図中に示されているように、種々の位相の界磁弱め電流に対する複数の飽和リアクトルまたは飽和リアクトル対が設けられているならば、これらの高調波も制御電流巻線の直列接続または統合の際に大部分相殺し、それにより第

るポテンシオメータ29が接続されており、それから設定可能な部分電圧が取り出され、この部分電圧がダイオード30を介してツェナーダイオード31とそれに並列に接続されている平滑コンデンサ32に、また制御電流巻線28に作用する。ダイオード30はポテンシオメータ29を経ての平滑コンデンサ32の放電電流を阻止する。ツェナーダイオード31の降伏電圧の超過の後に制御電流1、が流れる。制御電流回路に供給される電圧をポテンシオメータ29により設定可能にした理由は、一方ではツェナーダイオード31の降伏電圧の定格値からの場合による偏差への適応を可能にするため、他方では界磁弱めを開始すべき発電機電圧を或る範囲内で変更し得るためである。

第10図には、1つの永久磁石励磁単相同期機の2つの隣接する極分割を基準とする4つの部分巻線33ないし36の位置が示されている。これらの部分巻線33ないし36はそれぞれ、同極性で誘導される磁界により貫かれる電機子周縁の部分にわたってのみ延びており、一緒になって電機



子巻線の利用電力を与える部分を形成する。さらに電機子のなかには、界磁弱め電流 $I_r$ を供給するわずかな電力の隔てられた追加巻線37が配置されている。単相機では1つのこのような追加巻線37が他の巻線を施されていない電機子スロットのなかに好都合に収容される。符号38ないし45は部分巻線33ないし36の接続端子である。

第11図には、第10図により設けられているすべての巻線の電気回路が界磁弱めのための配置と関係付けて示されている。部分巻線33および34は1つの極ピッチだけ互いにずらされており、また、端子表示から明らかなように、第11図によれば1つの巻線群として直列に接続されている。同じことが部分巻線35および36にもあてはまる。部分巻線33および36または34および35は電機子周縁にそれぞれ等しい位置を有し、また偶数の極対数を有する電気機械では2つの極ピッチだけ互いにずらされている。リング巻線を有する2極機では第10図により個々の部分巻線33ないし36の空間位置が示されている。全利用

電力を与える電機子巻線は、1つの極ピッチだけ互いにずらされて並列接続されており、また誘導される交流電圧に関して等電位の接続点46および47を有する2つの巻線群33、34および35、36から成っている。界磁弱め電流 $I_r$ は追加巻線37からブリッジ整流器48およびこれに接続されている飽和リアクトル49および50を介して供給され、また直流電流として等電位の接続点46、47に供給される。この直流電流は個々の部分巻線33ないし36のなかに、第10図および第11図中に矢印201により示されている起磁力を発生する。電気機械の出力端子U1およびU2は界磁弱め電流 $I_r$ に関して等電位であり、従ってこの界磁弱め電流 $I_r$ は外部電流回路に影響しない。電気機械の電機子巻線がリング巻線であれば、界磁弱め電流 $I_r$ により生ずる起磁力は4つの部分巻線33ないし36のなかで、第10図から明らかなように、等しい周縁方向を有し、従ってまた相応の界磁弱めを有する電機子雑流の予磁化を生ずる。電機子巻線がドラム巻線で

変更も可能である。

あれば、界磁弱め電流 $I_r$ はすべての4つの部分巻線33ないし36のなかに等しい方向の半径方向起磁力を生じ、従ってまた電機子歯および(または)回転子の予磁化により界磁弱めの作用をする1つの単極性磁束を生ずる。界磁弱め電流 $I_r$ を導く飽和リアクトル49および50の主巻線をブリッジ整流器48のなかに配置することにより、これらの主巻線に対する固有の前置ダイオード(たとえば第4図ないし第9図中のダイオード15および16を参照)が省略される。発電機の出力電圧を供給される単巻変圧器52の設定可能な二次電圧は整流器53と飽和リアクトル49および50の共通の制御電流巻線51とを介して、並列に接続されている平滑コンデンサ32を有するツェナーダイオード31に供給される。ツェナーダイオード31の降伏電圧を超過した制御電圧を形成するこの二次電圧の部分は制御電流 $I_r$ を発生する。単巻変圧器52の変圧比の可変性によりツェナーダイオード31の降伏電圧への適応も、その超過の際に界磁弱めを開始する発電機電圧の

第12図には、1つの永久磁石励磁三相機の2つの隣接する極ピッチを基準とする6つの部分巻線54ないし59の位置が示されている。これらの部分巻線54ないし59の各々は電機子周縁の同極性の誘導された磁界により貫かれる部分にわたってのみ延びている。部分巻線54ないし59は次々とそれぞれ1つの極ピッチの1/3だけずらされて配置されており、また、第13図中のそれらの端子表示60ないし71の比較により明らかなように、出力端子U、V、Wに並列に接続されており、隔てられた中性点72および73を有する三相の2つの巻線群を形成する。同相の部分巻線54、57ならびに56、59および58、55がそれぞれ1つの極ピッチだけ互いにずらされて配置されていることは第12図から明らかである。両中性点72および73は誘導される交流電圧に関して等電位である。界磁弱め電流 $I_r$ は変圧器74の二次巻線から給電され、整流器75を介して中性点72および73に供給され、また

部分巻線54ないし59のなかに矢印202により示されている起磁力を発生する。リング巻線としての部分巻線54ないし59の構成では、第12図からわかるように、すべてのこれらの起磁力は等しい周縁方向を有し、またそれによって電機子鉄の界磁弱め予磁化を生じさせる。ドラム巻線としての部分巻線54ないし59の構成では、界磁弱め電流1<sub>r</sub>によりこれらの6つの部分巻線54ないし59のなかに発生される起磁力は等しい向きで半径方向に向けられており、それにより電機子歯および(または)回転子の界磁弱め単極性予磁化が生ぜしめられる。変圧器74は一次側で3つの飽和リアクトル対76、77および78に接続されており、それらの前に発電機電圧に接続されているダイオードが接続されている。各飽和リアクトル対76、77および78にダイオードが互いに逆並列に配置されている。変圧器74により一方では界磁弱め電流1<sub>r</sub>の源(飽和リアクトル対76ないし78)と部分巻線54ないし59との間の必要な電位隔離が行われ、他方では

電圧を供給される。同じく変圧器83に接続されている3つのダイオード84は、飽和リアクトル82の主巻線を含んでいないブリッジ整流器81の半分と一緒に、この飽和リアクトル82により影響されず、従って電気機械電圧に比例する電圧を与えるブリッジ整流器を形成する。この電圧が電池7の参照電圧よりも大きいならば、電圧過剰が制御電流1<sub>v</sub>を発生する。

第15図には、第13図および第14図による配置にくらべて変圧器74および83が削減されている、三相機の界磁弱めのための1つの配置が示されている。

第12図により配置されている部分巻線54ないし59からここでも、出力側で並列に接続されており、また隔てられた中性点72および73を有する2つの三相巻線群が形成されている。部分巻線57、59および55のタップ点85、86および87から電気機械電圧の小さい三相部分が取り出され、また3つのダイオード88および3つの飽和リアクトル89を介して、部分巻線54、

界磁弱め電流1<sub>r</sub>によるこれらの部分巻線54ないし59の給電のために必要な電圧レベルへの適応が行われる。部分巻線54のタップおよび中性点72から取り出される発電機電圧の部分は整流器80および平滑リアクトル8を介して、電池7から供給される参照電圧と連に作用する。取り出された発電機部分電圧の参照電圧を超過する部分は、飽和リアクトル76ないし78の共通の制御電流巻線49を流れる制御電流1<sub>v</sub>を発生する制御電圧を形成する。

第14図に示されている配置では、第12図による部分巻線が第13図の場合の同じ仕方で一緒に接続されている。界磁弱め電流1<sub>r</sub>は再び中性点72および73に供給される。界磁弱め電流1<sub>r</sub>は三相ブリッジ整流器81から供給される。この三相ブリッジ整流器81の半分は飽和リアクトル82の3つの主巻線を含んでいる。ブリッジ整流器81は変圧器83から、このブリッジ整流器81の半分に挿入されている飽和リアクトル82によりその予磁化に相応して減ぜられている1つの

56、58から成る巻線群の中性点72に供給される界磁弱め電流1<sub>r</sub>を供給する。3つのダイオード88は三相半波整流器を形成し、それから与えられる電流は制御電流1<sub>v</sub>により設定される3つの飽和リアクトル89のインダクタンスに関係する。界磁弱め電流1<sub>r</sub>は中性点72で分岐し、また、矢印203により示されているように、部分巻線54、56および58の全部および部分巻線57、59および55の大部分を経てタップ点85、86および87に戻り、そこからダイオード88に入るように流れる。この電流により6つの部分巻線54ないし59に生ずる起磁力は、前記のように、電気機械の能動的鉄部分のなかに界磁弱め予磁化を発生する。ダイオード88により受け入れられた交流電流部分は大部分、タップ点85、86および87と中性点67、71および63との間に位置する巻線部分を流れ、また1つのわずかな、追加的に若干界磁を弱める負荷を生じさせる。電気機械端子U、V、Wから給電される整流器90に接続されているポテンシオメータ

29から1つの設定可能な、電気機械電圧に比例する電圧が取り出され、そのツェナーダイオードの降伏電圧を超える超過が制御電流 $I_c$ を飽和リアクトル89の制御電流巻線91により駆動する。

第16図による回路は再び、第12図に従って配置されている6つの部分巻線54ないし59から成る永久磁石励磁三相機の電機子巻線を含んでいるが、ここでは1つの極ピッチだけ互いにずらされて配置されている各2つの部分巻線54、57または56、59または58、55が1つの巻線相として直列に接続されている。こうして全電機子巻線は、電気機械のなかで1つの極ピッチだけ互いにずらされており、また直列に接続されている2つの三相の巻線群54、56、58および57、59、55から成っている。各部分巻線には飽和リアクトルの主巻線92と、それと直列に接続されているダイオード94または95とが並列に接続されている。部分巻線54、56、58および57、59、55から形成される両巻線群のダイオード94および95は互いに逆の導通方

向に配置されている。飽和リアクトルの直列に接続されている制御電流巻線93の制御電流 $I_c$ は、発電機端子U、V、Wに接続されている整流器90の電圧とツェナーダイオード31の降伏電圧との間の電圧差により発生され、また平滑リアクトル8を流れる。

第17図には部分巻線54のなかの界磁弱め電流 $I_{f1}$ の経過が時間 $t$ を横軸にとって示されている。この部分巻線54の電圧 $U_{54}$ が、ダイオード94を直列に接続されておらず、また一定とみなされるインダクタンスを有する1つの飽和リアクトルに作用するとすれば、第17図に破線で経過を記入されている遅れ交流電流 $I_{f1}$ が生ずることになる。正の電圧値の生起の際に初めて（たとえば時点 $t=0$ 以降で）導通状態となるダイオード94は、交流電流 $I_{f1}$ の代わりに、その時点以降では交流電流 $I_{f1}$ と等しい微分係数で経過するが $t=0$ において初めて流れ始める電流 $I_{f1}$ が流れるようにする。この電流は電流回路のオーム抵抗のために電圧周期の終了前に既に零になり、

またダイオード94の阻止作用のためにすぐ次の電圧周期の開始まで零にとどまる。その後はその経過が周期的に繰り返す。電流 $I_{f1}$ は電圧 $U_{54}$ よりも遅れた基本波を有する交流電流成分 $I_{f1a}$ と、破線で経過を記入されている直流電流成分 $I_{f1d}$ とから成っている。

第18図には部分巻線57のなかの界磁弱め電流 $I_{f2}$ の経過が示されている。この部分巻線57の電圧 $U_{57}$ は部分巻線54の電圧 $U_{54}$ と同相であり、従ってダイオード95なしで流れる交流電流 $I_{f2}$ も第17図中の交流電流 $I_{f1}$ と等しい位相を有する。しかし、ダイオード94にくらべてダイオード95の逆の導通方向により、界磁弱め電流 $I_{f2}$ に対して逆向きに流れる界磁弱め電流 $I_{f2}$ が生ずる。この界磁弱め電流 $I_{f2}$ は再び交流電流成分 $I_{f2a}$ および直流電流成分 $I_{f2d}$ から成っている。交流電流成分 $I_{f2a}$ は、交流電流成分 $I_{f1a}$ と同相であり部分巻線57の電圧 $U_{57}$ よりも遅れている基本波を有する。こうして両交流電流成分 $I_{f1a}$ および $I_{f2a}$ は電気

機械の界磁弱め誘導性負荷を形成する。しかし、直流電流成分 $I_{f1d}$ および $I_{f2d}$ は、第17図および第18図から明らかなように、逆向きであり、このことは第16図中に矢印204により示されている。同じことが他の部分巻線56、59または58、55に対してもあてはまる。直流電流成分により発生される起磁力は、第12図から明らかなように、リング巻線のなかに電気機械の電機子磁鉄の界磁弱め予磁化を、またドラム巻線のなかに電機子歯および回転子の単極性予磁化を生ずる。

こうして第16図に示されている配置により界磁弱め作用が2つの仕方で、すなわち誘導性負荷によっても能動的鉄部分の予磁化によっても達成される。このような作用を達成するためには、場合によっては、部分巻線の1つのみを直列に接続されているダイオードを有する飽和リアクトルに接続すれば十分である。

第19図には第16図の回路の変形例が示されており、ここでは部分巻線54、56、58およ

び57、59、55から成っており、また第12図に相当して配置されている2つの三相の巻線群が並列に接続されている。直列に接続されているダイオード94および95を有する飽和リアクトルの作用の仕方およびこの飽和リアクトルの制御電流回路の構成は第16図の回路と同じである。

第20図には、導き出される中性点を有する三相巻線の、各1つの巻線相を形成する3つの部分巻線96、97および98の、2つの隣接する極ピッチを基準とする位置が示されている。1つの巻線群のみを含んでいる電機子巻線の前記の部分巻線96ないし98の各々は1つの極ピッチの2/3にわたって、すなわち120°電気角にわたって延びている。このような巻線構成は、既に相電圧を第3高調波から免れさせるために選定される。

第21図には、飽和リアクトルの並列に接続されている主巻線92とこれらの前に接続されているダイオード94とを有する部分巻線96ないし98の回路が示されている。界磁弱めの作用の仕方は第16図および第19図による回路の場合と

同じである。界磁弱め電流の直流成分およびそれらにより発生される起磁力の方向は第20図および第21図中に矢印205により示されている。飽和リアクトルの制御電流巻線93は平滑リアクトル8および逆作用する電流7を介して、電気機械端子VおよびWに接続されており電気機械電圧に比例する電圧を与える整流器6から供給される。

第22図による配置では、電気機械の能動的な鉄部分の予磁化により界磁弱めを生じさせる直流電流1は電気機械の電機子巻線を形成する部分巻線54ないし59を通らずに、電気機械の軸と同軸に配置されており単極性の起磁力を発生するリング状の巻線105を通して流れる。この巻線105はブリッジ整流器81から給電される。ブリッジ整流器81の半分は飽和リアクトル82をも含んでおり、その制御電流により界磁弱め電流1が制御される。制御電流1をツェナーダイオード31の降伏電圧に抗して発生する、電気機械電圧に比例する電圧は設定可能にポテンショメータ29から取り出される。このポテンショメー

タ29に供給される電圧はブリッジ整流器81の飽和リアクトル82を含んでいない半分から供給される。この半分は飽和リアクトルにより影響されない半波整流器として作用する。

第23図には、磁化可能でない材料、たとえば軽金属から成るハウジング106を有する電気機械のなかのリング状巻線105の配置が示されている。たとえば部分巻線54ないし59から形成された電機子巻線108を含んでいる電気機械の固定子板バケット107は、ハウジング106のなかに着座している磁化可能なフールド109により囲まれている。フールド109の正面部分は空腔を介して軸111と磁気的に結合されている中空円筒状の頸部110を有する。頸部110の外側周縁にリング状の巻線105が取り付けられている。その起磁力は、フールド109およびその頸部110により軸111への空腔の上を閉じるため、矢印206により示されているように、軸111と電気機械の回転子板バケット112と帯113により回転子板バケット112の上に保持されて

いる磁石114と固定子板バケット107とを貫く界磁弱め単極性磁束Φを発生する。

電気機械のハウジング106および少なくとも1つの軸受板が磁気的に伝導性の材料から成っているならば、フールド109は省略され得るし、またフールド109の頸部110はこの軸受板におけるリング状巻線105を有する同種の1つの頸部により置換され得る。ハウジング106のほかに両軸受板が磁気的に伝導性であれば、リング状巻線105は分割され、また固定子板バケット107の両側に軸受板の相応の頸部の上に配置され得る。

1つの界磁弱め単極性磁束が特別のリング状巻線105なしに電気機械の電機子巻線自体から発生されるならば、第13図ないし第16図ならびに第19図および第21図による配置の場合のように、電気機械のハウジング、少なくとも1つの軸受板、軸および回転子を経て通ずる、単極性磁束に対する前記の磁気的に伝導性の経路、または第23図中に示されている磁気的に伝導性の経路

が用意される。

第24図にはリング状巻線105の他の配置が示されている。共通の電機子巻線108を含んでおり、また磁化可能な中間スリーブ117のなかに、または磁化可能なハウジング106では直接にこのハウジングのなかに着座している2つの隔てられた固定子板バケット115および116が設けられている。両固定子板バケット115と116との間にリング状巻線105が配置されている。界磁弱め電流 $I_f$ により生ずるその起磁力は、矢印207により示されているように、固定子板バケット115および116、中間スリーブ117、同じく隔てられた回転子半部118、119および軸111を通過して延びる単極性磁束 $\Phi_s$ を発生する。

単極性起磁力の際立った界磁弱め作用は、固定子板バケットの歯の断面が、永久磁石磁束のみにより（すなわち単極性起磁力なしに）既に飽和開始点まで磁化されているように選定されているときに生ずる。その場合、単極性起磁力はこれらの

びている。しかし、永久磁石磁束は隣接する極のなかで、実線の矢印209により示されているように、逆向きに向けられている。それにより極の隙121は単極性起磁力により永久磁石磁束と同じ向きに、1つの隣接する極ではこの永久磁石磁束と逆の向きに磁化されている。磁石114と隙121の断面とが、後者が既に永久磁石磁束のみにより飽和開始点まで磁化されているように選定されているならば、その磁化は同じ向きの単極性起磁力によってはとるにたるほどに強められ得ないが、逆の向きの起磁力によってはかなり弱められ得ず、このことはすべての誘導する極磁束の和の減少を生ずる。単極性起磁力により非常にわずかにしか強められない極磁束とそれによりかなり弱められる極磁束との間の差は単極性磁束として軸111により回転子板バケット112から分岐される。

第26図には6極回転子の他の構成が示されている。この構成では界磁弱めは単極性起磁力により第25図に示されている回転子にくらべて高め

値のなかでそれと同じ向きに延びている回転子の永久磁石極磁束をとるにたるほど強め得ないが、逆向きの極磁束は当該の歯の飽和によりかなり弱まる。電機子巻線に誘導する磁束の全体はそれに応じて減少する。

固定子板バケットの歯のなかの単極性起磁力の界磁弱め作用は、永久磁石極磁束および単極性磁束が平行に重畳して延びている回転子の部分の断面が、永久磁石磁束のみにより既に飽和開始点まで磁化されているように選定されているならば、補われる。

第25図には、それに従って構成された6極回転子の1つの断面が示されている。軸111の上に着座している回転子板バケット112は6つの極120に分割されており、空腔側に直方体状の磁石114を接合されており、また帯113により囲まれている。単極性起磁力はすべての歯のなかで、破線の矢印208により示されているように、半径方向に同じ向きに、たとえば板バケット112のすべての隙121のなかで外から内へ延

られた度合で達成され、また同時に磁石費用の低減が達成される。軸111の上に、極を形成する外側板バケットリング123から半径方向に隔てられている内側板バケットリング122が配置されている。外側板バケットリング123の周縁には第25図による回転子と類似して磁石114が取り付けられている。永久磁石磁束の小さい部分は外側板バケットリング123のなかを半径方向に狭く保たれている橋路124を通過して延びている。永久磁石磁束の大部分は内側板バケットリング122と外側板バケットリング123との間に配置されている板バケットブロック125を通過して半径方向に延びている。板バケットブロック125がその組み立てを顧慮して板バケットリングに対して垂直に、すなわち軸111に対して平行に積層されていることは有利である。板バケットブロック125は方形ヒステリシスループを有する材料から成っており、また永久磁石磁束のみにより飽和屈曲点まで磁化されているように選定されている。このことは非常にわずかな起磁力しか

必要としないので、第25図による配置では図121の飽和のために必要である磁石114に対する費用の大部分が削減される。単極性起磁力（破線の矢印210）は板バケットブロック125のなかで3つの極では永久磁石磁束（矢印209）と同じ向きに作用し、また他の3つの極では逆の向きに作用し、このことが前記の界磁弱めを生ずる。方形ヒステリシスループを有し飽和屈曲点まで磁化されている材料では1つの同じ向きの追加起磁力は實際上磁束増加を生ぜず、それに対して既に1つのわずかな逆向きの起磁力が強い磁束減少を生じさせるので、この場合の界磁弱めは非常に効果的である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は参照電圧源として電池を有する、誘導性負荷による永久磁石励磁単相同期機の界磁弱めのための回路を示す図、第2図は通常の変圧器鉄板から成る飽和リアクトルのコアの磁化曲線を示す図、第3図は方形ヒステリシスループを有する材料から成る飽和リアクトルのコアの磁化曲線を示す図、第13図は第12図による巻線配置を有する1つの電気機械の能動的な鉄部分の予磁化による界磁弱めのための回路を示す図、第14図は第13図による回路の変形例を示す図、第15図は第13図による回路の他の変形例を示す図、第16図は界磁弱め電流が能動的な鉄部分の予磁化によっても電気機械の誘導性負荷によっても作用する、第12図による巻線配置を有する電気機械に対する回路を示す図、第17図および第18図は直列に接続されているダイオードを有する飽和リアクトルのなかの電流経過を示す図、第19図は第16図による回路の変形例を示す図、第20図は三相機の1つの巻線配置を示す図、第21図は界磁弱め電流が能動的な鉄部分の予磁化によっても電気機械の誘導性負荷によっても作用する、第20図による巻線配置を有する1つの電気機械に対する回路を示す図、第22図は界磁弱め電流が電機子の外側の1つの巻線に給電し、この巻線が電気機械のなかで能動的な鉄部分を予磁化する単極性の磁束を発生する三相機の界磁弱めのための

回路を示す図、第23図は電機子の外側に配置されており、界磁弱め電流を供給され単極性磁束を発生する巻線とを有する電気機械の縦断面図、第24図は2つの固定子板バケットと、それらの間に配置されており、界磁弱め電流を供給され単極性磁束を発生する巻線とを有する電気機械の縦断面図、第25図は単極性磁束が界磁弱めを生じさせる、永久磁石を設けられている回転子の横断面図、第26図は単極性磁束が同じく界磁弱めを生じさせる、他の構成の回転子の鉄部分の横断面図である。

- 1…同期発電機
- 2…電機子巻線
- 3…主巻線
- 4…飽和リアクトル
- 5…制御電流巻線
- 6…整流器
- 7…電池
- 8…平滑リアクトル
- 9、10…鉄心

す図、第13図は第12図による巻線配置を有する1つの電気機械の能動的な鉄部分の予磁化による界磁弱めのための回路を示す図、第14図は第13図による回路の変形例を示す図、第15図は第13図による回路の他の変形例を示す図、第16図は界磁弱め電流が能動的な鉄部分の予磁化によっても電気機械の誘導性負荷によっても作用する、第12図による巻線配置を有する電気機械に対する回路を示す図、第17図および第18図は直列に接続されているダイオードを有する飽和リアクトルのなかの電流経過を示す図、第19図は第16図による回路の変形例を示す図、第20図は三相機の1つの巻線配置を示す図、第21図は界磁弱め電流が能動的な鉄部分の予磁化によっても電気機械の誘導性負荷によっても作用する、第20図による巻線配置を有する1つの電気機械に対する回路を示す図、第22図は界磁弱め電流が電機子の外側の1つの巻線に給電し、この巻線が電気機械のなかで能動的な鉄部分を予磁化する単極性の磁束を発生する三相機の界磁弱めのための

11、12…制御電流巻線  
 13、14…主巻線  
 15、16…ダイオード  
 17…共通の制御電流巻線  
 18～20…コア  
 21…離れ経路  
 22…三相発電機  
 23…電機子巻線  
 24…整流器  
 25～27…飽和リアクトル対  
 28…制御電流巻線  
 29…ポテンショメータ  
 30…ダイオード  
 31…ツェナーダイオード  
 32…平滑コンデンサ  
 33～36…部分巻線  
 37…追加巻線  
 38～45…部分巻線の接続端子  
 46、47…等電位接続点  
 48…ブリッジ整流器

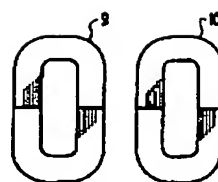
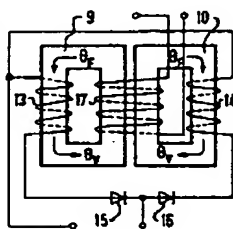
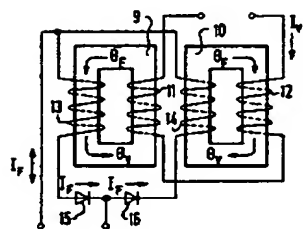
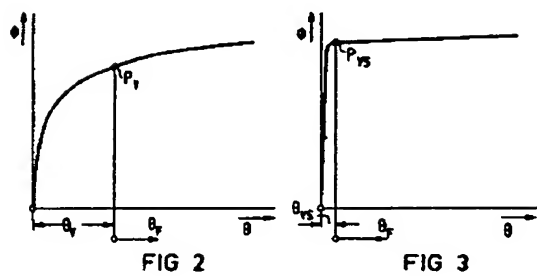
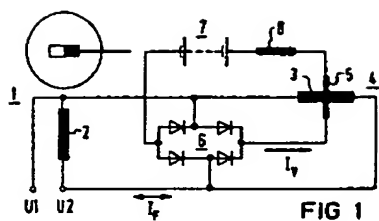
49、50…飽和リアクトル  
 51…制御電流巻線  
 52…単巻変圧器  
 53…整流器  
 54～59…部分巻線  
 60～71…接続端子  
 72、73…中性点  
 74…変圧器  
 75…整流器  
 76～78…飽和リアクトル  
 79…制御電流巻線  
 80…整流器  
 81…ブリッジ整流器  
 82…飽和リアクトル  
 83…変圧器  
 84…ダイオード  
 85～87…タップ  
 88…ダイオード  
 89…飽和リアクトル  
 90…ダイオード

91…制御電流巻線  
 92…主巻線  
 93…制御電流巻線  
 94、95…ダイオード  
 96～98…部分巻線  
 99～104…接続端子  
 105…リング状巻線  
 106…ハウジング  
 107…固定子板バケット  
 108…電機子巻線  
 109…フード  
 110…頸部  
 111…軸  
 112…回転子板バケット  
 113…帯  
 114…磁石  
 115、116…固定子板バケット  
 117…中間スリーブ  
 118、119…回転子半部  
 120…極

121…軸  
 122…内側板バケットリング  
 123…外側板バケットリング  
 124…橋路  
 125…板バケットブロック

(5118) 代理人 井原士 高村 源





**FIG 6**

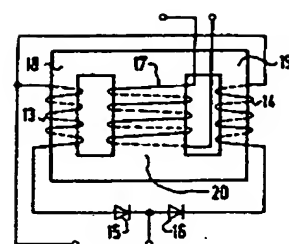
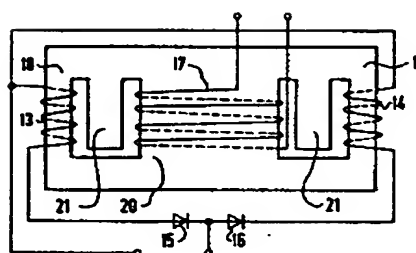


FIG 7



**FIG 8**

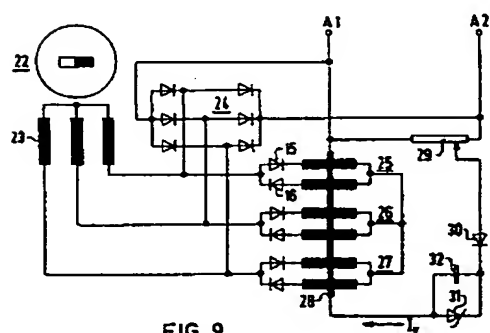


FIG 9

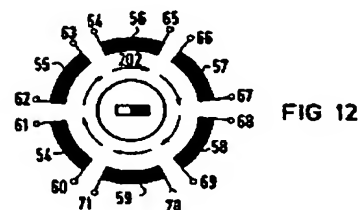


FIG 12

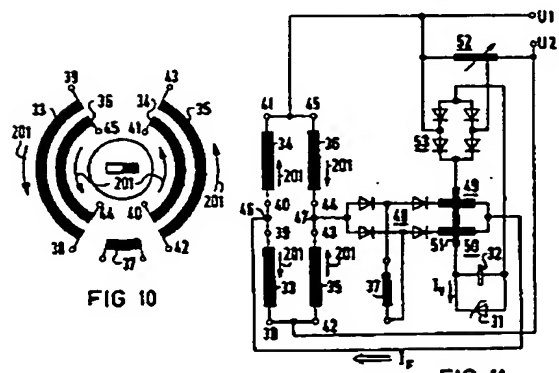


FIG 10

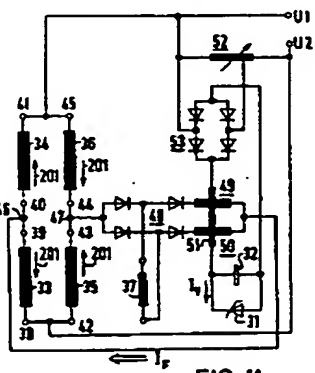


FIG 11

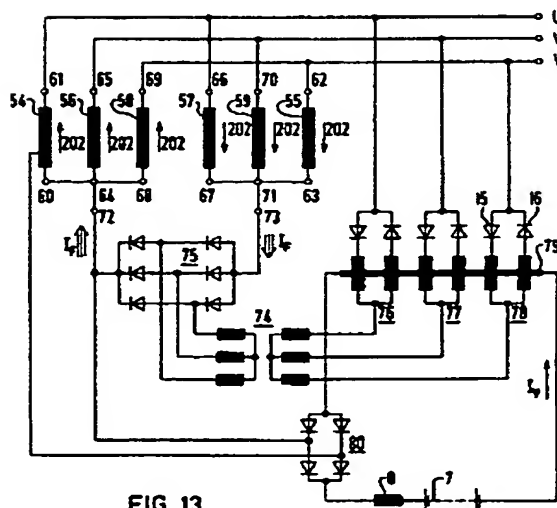


FIG 13



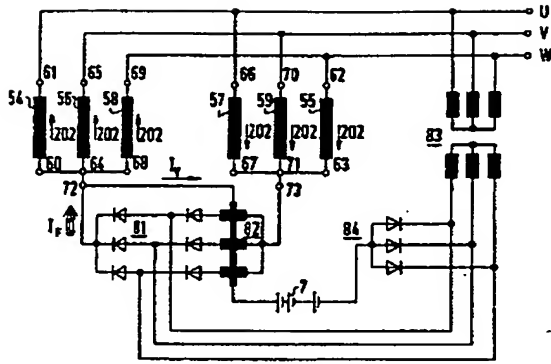


FIG 14

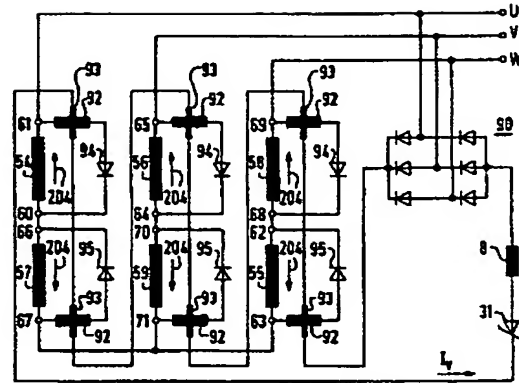


FIG 16

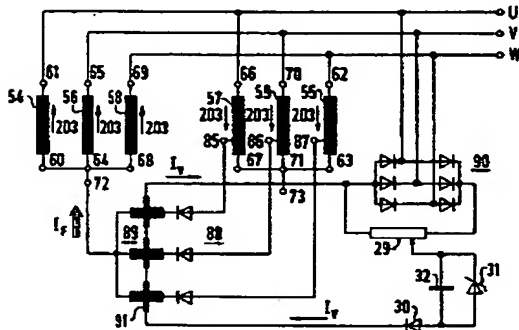


FIG 15

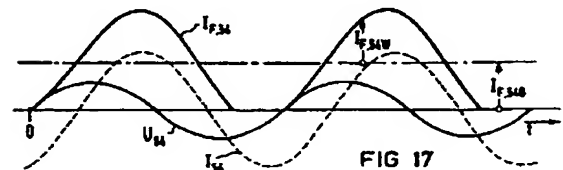


FIG 17

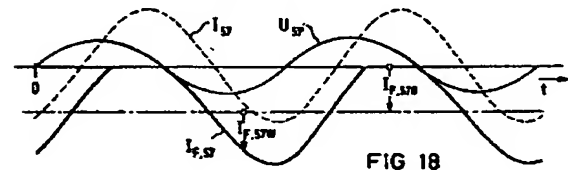


FIG 18

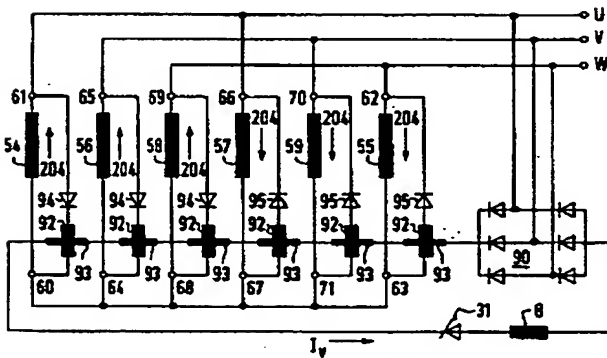


FIG 19

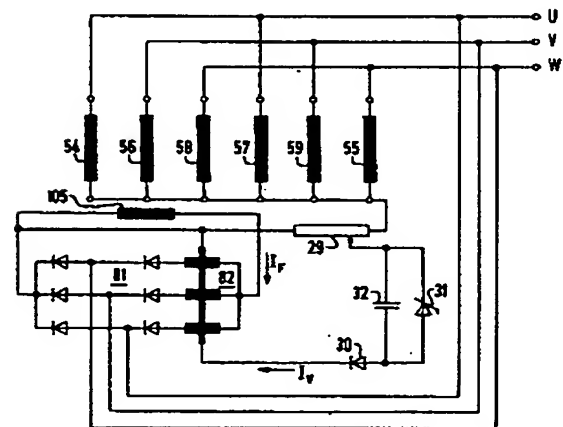


FIG 22

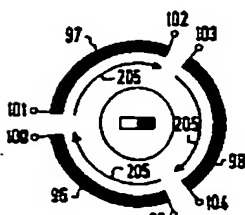


FIG 20

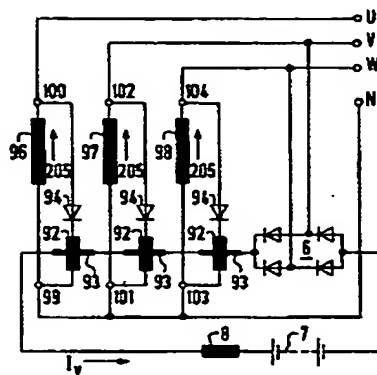


FIG 21

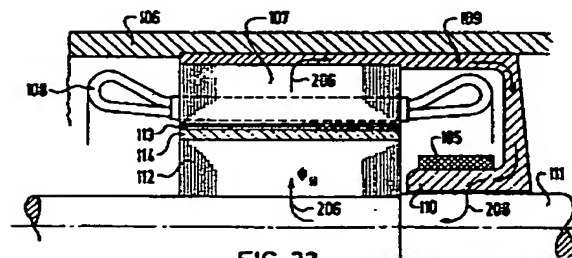
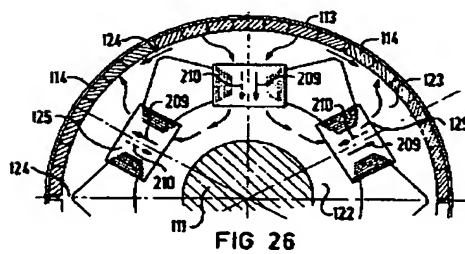
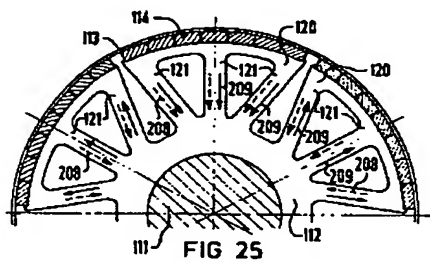
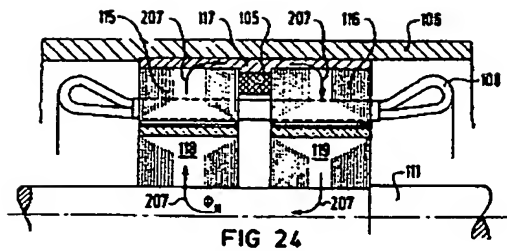


FIG 23



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**